



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 29 819 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 B 7/312**

②1 Aktenzeichen: 101 29 819.6  
②2 Anmeldetag: 13. 6. 2001  
④3 Offenlegungstag: 2. 1. 2003

DE 101 29 819 A 1

⑦1 Anmelder:  
SMW-Autoblok Spannsysteme GmbH, 88074  
Meckenbeuren, DE  
  
⑦3 Vertreter:  
Engelhardt & Engelhardt Patentanwälte, 88045  
Friedrichshafen

⑦2 Erfinder:  
Denzel, Johannes, Dipl.-Ing. (FH), 78224 Singen,  
DE; Bercher, Heinrich, Dipl.-Ing. (FH), 78462  
Konstanz, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 195 31 930 C2  
DE 34 43 176 C1  
DE 32 44 891 A1

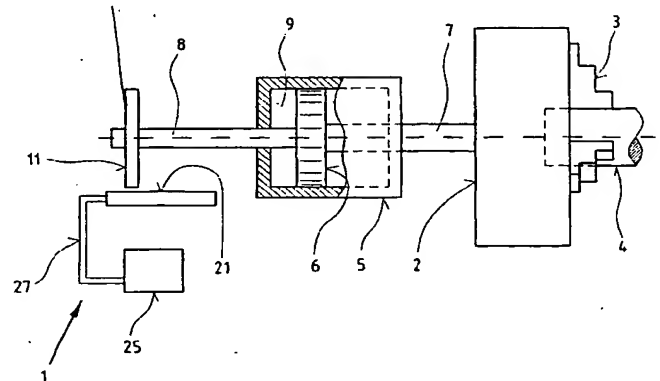
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Messgerät

⑤7 Bei einem Meßgerät (1) zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander verstellbarer Bauteile (11 bzw. 21), die als Messwertgeber (11) und mit diesem zusammenwirkenden Sensor (21) ausgebildet sind, ist der Messwertgeber (11) als ein mit dem verstellbaren Bauteil verbundener Schaltring aus einem metallischen Werkstoff ausgestaltet und der Sensor (21) besteht aus einer Vielzahl über den Verstellbereich des Schaltringes angeordnete induktive Messköpfe, die ein aus einzelnen Feldern zusammengesetztes elektromagnetisches Messfeld erzeugen. Außerdem sind die Messköpfe an eine Recheneinheit (25) angeschlossen, in der in einem Speicher der bei einer Kalibrierung des Messgerätes (1) ermittelte Signalverlauf hinterlegt ist; nach einer Verstellbewegung des Schaltringes (12) ist durch Vergleich der erzeugten Signale mit dem gespeicherten Signalverlauf die Lage des verstellbaren Bauteiles bestimmbar. Durch diese Ausgestaltung wird erreicht, dass Fehlmessungen zuverlässig vermieden werden und dass ein magnetischer wie auch ein mechanischer Schlag nicht in Kauf zu nehmen sind, da das Messgerät (1) ohne Magnete funktionsfähig ist.

*Messwertgeber*



DE 101 29 819 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Messgerät zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander translatorisch und/oder rotatorisch verstellbarer Bauteile, insbesondere zur Bestimmung einer Lage eines in einem Zylinder eingesetzten und mit Spannbacken eines Kraftspannfutters in Triebverbindung stehenden Verstellkolbens, wobei das eine Bauteil als Messwertgeber und das andere Bauteil als mit diesem zusammenwirkenden Sensor ausgebildet ist, sowie auf ein Verfahren zur berührungslosen Bestimmung der Lage eines verstellbaren Bauteils unter Anwendung dieses Messgerätes.

[0002] Ein Messgerät dieser Art, das unter der Bezeichnung "linearer Positionssensor LPS" von der Firma SMW Autoblok Spannsysteme GmbH, 88070 Meckenbeuren, auf dem Markt angeboten wird, hat sich zur Überwachung der Spannkraft eines Kraftspannfutters in der Praxis außerordentlich gut bewährt. Bei dieser Ausgestaltung besteht der Sensor aus auf einem metallischen Träger in dessen Endbereichen angeordnete Messspulen, die miteinander elektrisch verbunden sind. Der Abstand der beiden Messspulen entspricht hierbei etwa dem Verstellweg des in einem Zylinder eingesetzten Kolbens, dessen jeweilige Lage zu bestimmen ist. Außerdem ist auf dem metallischen Träger eine weitere Erregerspule vorgesehen, die mit Wechselstrom gespeist wird. An dem Verstellkolben ist ferner als Messwertgeber ein ringförmiger Magnet angebracht, der mit geringem Abstand zu dem Träger, zusammen mit dem Verstellkolben, in seiner Lage veränderbar ist.

[0003] Durch den Ringmagneten wird durch dessen Verstellbewegung in dem Stromkreis der beiden äußeren auf dem metallischen Träger angeordneten Messspulen die Spannung verändert. Mit Hilfe der Spannungsänderung ist somit die jeweilige Lage des Verstellkolbens berechenbar.

[0004] Die Herstellung des Ringmagneten aus einem Kunststoffmaterial, in den Partikel aus einem ferromagnetischen Werkstoff eingebettet sind, ist nicht nur teuer, sondern es tritt oftmals auch entlang des Ringumfanges ein inhomogenes Magnetfeld auf, da die Partikel nicht homogen im Ring verteilt sind. Dies kann, da bei Rotation unterschiedliche Zonen des inhomogenen Magnetfeldes dem Sensor gegenüberstehen, ungenaue Messungen hervorrufen, so daß die Positionsangabe des Verstellkolbens schwankt. Auch kann das mittels des Ringes erzeugte Magnetfeld durch benachbarte Bauteile ungünstig beeinflusst werden. Des weiteren ist von Nachteil, daß insbesondere bei Hohlspannzylindern der Ringmagnet einen großen Außendurchmesser aufweisen muß, die mechanische Festigkeit des Ringmagneten ist in solchen Fällen mitunter nicht mehr ausreichend; auch ist unter Umständen ein mechanischer Schlag des Magnetringes in Kauf zu nehmen. Eine vielseitige Verwendbarkeit des bekannten Messgerätes, mittels dem ausschließlich translatorische Lageänderungen feststellbar sind, ist daher nicht gegeben.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es demnach, ein Messgerät zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander translatorisch und/oder rotatorisch verstellbarer Bauteile zu schaffen, das nicht nur auf äußerst wirtschaftliche Weise herzustellen ist, sondern mit dem auch Fehlmessungen zuverlässig vermieden werden. Ein magnetischer wie auch ein mechanischer Schlag, die zu Messungenauigkeiten führen können, sollen hierbei nicht in Kauf zu nehmen sein; vielmehr soll das Messgerät ohne Magnete funktionsfähig sein, und mit Hilfe des Verfahrens zur Anwendung des Messgerätes soll auf sehr einfache Weise eine exakte Bestimmung der jeweiligen axialen Lage des zu überwachenden Bauteils und/oder dessen Winkelveränderung ermöglicht werden.

ung ermöglicht werden.

[0006] Bei dem gemäß der Erfindung ausgebildeten Messgerät zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander translatorisch und/oder rotatorisch verstellbarer Bauteile wird dies dadurch erreicht, daß der Meßwertgeber als ein mit dem translatorisch und/oder rotatorisch verstellbaren Bauteil unmittelbar oder über Zwischenglieder verbundener Schaltring oder Schaltfinger aus einem metallischen, vorzugsweise ferromagnetischen Werkstoff ausgestaltet ist, daß der Sensor aus einer Vielzahl über den Verstellbereich des Schaltringes oder des Schaltfingers angeordnete induktive Messköpfe besteht, die ein aus einzelnen Feldern zusammengesetztes elektromagnetisches Messfeld erzeugen, daß die Messköpfe an eine Auswerteschaltung aufweisende Recheneinheit angeschlossen sind, in der in einem Speicher der bei einer Kalibrierung des Messgerätes in Abhängigkeit von der Lage des Schaltringes oder des Schaltfingers ermittelte Signalverlauf der einzelnen Messköpfe hinterlegt ist, und daß nach einer axialen Verstellbewegung des Schaltringes bzw. einer rotatorischen Bewegung des Schaltfingers durch Vergleich der durch diesen in dem Messfeld jeweils erzeugten Signale mit dem gespeicherten Signalverlauf die Lage des verstellbaren Bauteils bestimmbar ist.

[0007] Zweckmäßig ist es hierbei, die Messköpfe über den Verstellbereich des Schaltringes bzw. des Schaltfingers äquidistant, vorzugsweise in einer Linie, anzuordnen.

[0008] Um Winkelmessungen des rotatorisch verstellbaren Bauteils vornehmen zu können, können die Messköpfe aber auch auf der Innenmantelfläche eines zylindrischen Trägers in einer achsenkrechten Ebene angeordnet werden. Werden die Messköpfe schraubenlinienförmig versetzt zueinander angeordnet, ist zusätzlich auch eine axiale Wegmessung möglich.

[0009] In einer einfachen Ausgestaltung können die Messköpfe jeweils aus einem Ferritschalenkern sowie einem Spulenpaket bestehen.

[0010] Sehr vorteilhaft ist es ferner, den Schaltring bzw. den Schaltfinger auf der dem Sensor zugekehrten Stirnfläche mit einer durch mindestens eine in diese eingearbeitete Vertiefung gebildete Profilierung zu versehen, wobei die Flanken der Vertiefungen achsenrecht oder trapezförmig nach innen oder außen zu der Stirnfläche des Schaltringes bzw. des Schaltfingers geneigt verlaufend oder konvex bzw. konkav gekrümmt ausgebildet sein sollten.

[0011] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sollten in die Stirnfläche des Schaltringes bzw. Schaltfingers zwei mit seitlichem Abstand zueinander angeordnete Vertiefungen eingearbeitet und bei einem Schaltring oder einem Schaltfinger mit achsenrecht zu dessen Stirnfläche in diese eingearbeiteten Vertiefungen sollten die Vertiefungen und die durch diese gebildeten Nocken gleich breit bemessen sein.

[0012] Des weiteren sollte der seitliche Abstand der Messköpfe unterschiedlich zu dem seitlichen Abstand zweier gleich gerichteter Flanken zweier Nocken bemessen sein, vorzugsweise sollte sich der Abstand der Messköpfe zum Abstand der Flanken wie drei zu vier verhalten.

[0013] Das Verfahren zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander translatorisch und/oder rotatorisch verstellbarer Bauteile unter Anwendung des erfindungsgemäß ausgebildeten Messgerätes ist durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet:

daß der bei der Kalibrierung des Messgerätes in Abhängigkeit von der jeweiligen Lage des Schaltringes oder Schaltfingers ermittelte Signalverlauf der einzelnen Messköpfe in einem Speicher einer Recheneinheit hinterlegt wird, daß nach einer Verstellbewegung des Schaltringes bzw. des

Schaltfingers die Veränderung der Induktivität und/oder die Wirbelstromverluste des Meßfeldes der Messköpfe gemessen werden und daß danach durch Vergleich der in dem Meßfeld jeweils erzeugten Signale mit dem gespeicherten Signalverlauf die Lage des axial verstellten bzw. rotatorisch bewegten Bauteils berechnet wird.

[0014] Zweckmäßig ist es hierbei, den Verlauf der von den Messköpfen abgegebenen Einzelsignale auf die Summe aller Einzelsignale zur normieren.

[0015] Wird ein Messgerät gemäß der Erfindung ausgebildet, so ist es möglich, die jeweilige Lage des translatorisch bzw. rotatorisch verstellbaren Bauteils ohne großen Bauaufwand zu ermitteln. Von den induktiven Messköpfen, die aus Ferrit-Schalenkernen mit z. B. im Schnitt 3,3 mm für induktive Näherungsschalter sowie einem Spulenpaket auf Kupferlackdraht 0,028 mm mit zwei mal 170 Windungen bestehen können, wird nämlich entlang der Messstrecke ein aus den jeweiligen Einzelfeldern zusammengesetztes elektromagnetisches Messfeld erzeugt. Befindet sich der Schaltring bzw. der Schaltfinger im Arbeitsbereich der Messköpfe, so werden diese über die Einwirkung des Schaltringes bzw. des Schaltfingers auf die zugehörigen elektromagnetischen Einzelfelder beeinflusst. Bei ferromagnetischen oder elektrisch leitfähigen Objektmaterialien führt dies zu einer Erhöhung der Induktivität des Messkopfes als auch zu Wirbelstromverlusten, wobei sich grundsätzlich beide Effekte entgegenwirken. Bei nicht ferromagnetischen Objektmaterialien treten hingegen nur Wirbelstromverluste auf. Diese Effekte können mit dafür geeigneten Schaltungen gemessen werden. Aus dem aktuellen Bedämpfungsprofil der einzelnen Messköpfe kann mit einem Auswertalgorithmus die aktuelle axiale Position des Schaltringes bzw. des Schaltfingers berechnet werden, und zwar unabhängig vom Drehwinkel und innerhalb gewisser Grenzen vom radialen Abstand zwischen Schaltring und Messkopf.

[0016] Die Stirnfläche des Schaltringes bzw. des Schaltfingers ist zweckmäßigerweise derart zu profilieren, daß dessen Oberfläche drei Nocken bildet. Diese bewirken eine Erhöhung der Messgenauigkeit, da pro Längeneinheit mehr Signalfanken zur Auswertung produziert werden. Diese Steigerung wird genutzt, um die Anzahl der Messköpfe möglichst gering zu halten und um deren Abstand zueinander möglichst groß wählen zu können. Damit wird das Meßsystem zum einen kostengünstig, zum anderen wird die gegenseitige Beeinflussung der Messköpfe vermieden.

[0017] In der Praxis läßt sich jedoch kein idealer dreieckförmiger Signalverlauf erzielen, da sich u. a. die Maxima und Minima deutlich abflachen. Signale mit waagrecht oder senkrecht Verlauf sind für die Auswertung ungeeignet, da sie keine eindeutige Weginformation enthalten. Es befinden sich aber immer zwei Messsignale zwischen  $y = 0,25$  und  $y = 0,75$ , demnach in einem Bereich, in dem auch in der Praxis eine recht lineare Steigung erzeugt werden kann. Mit dem jeweils größten Einzelsignal  $y > 0,75$  lassen sich somit mehrere mögliche Grobpositionen und mit dem zweit- und drittgrößten Signal ( $0,25 < y < 0,75$ ) durch eine lineare Interpolation und einer Signalverknüpfung die endgültige und eindeutige Position unter Berücksichtigung der Grobposition errechnen.

[0018] Die Signalverläufe können durch eine Normierung korrigiert werden, so daß Gleichtaktstörungen, die auf alle Messköpfe wirken, nahezu vollständig eliminiert werden. Zu diesen Störungen zählen u. a. Temperaturschwankungen, Änderungen der Stahleigenschaften des Schaltringes bzw. des Schaltfingers unter Temperatur- oder Fliehkrafteinfluß sowie Alterungs- und Temperaturdrift der Analogelektronik.

[0019] Durch einen Vergleich der tatsächlichen Signalver-

läufe mit dem in einem Speicher hinterlegten Signalverläufe, die bei einer Kalibrierung des Messgerätes ermittelt wurden, ist somit auf einfache Weise die jeweilige Lage des translatorisch verstellbaren bzw. des rotatorisch bewegten Bauteils, nämlich des Schaltringes oder des Schaltfingers und demnach in Abhängigkeit von diesem auch die Lage des Spannkolbens, dessen Lage sich bei einem Spannkraftverlust ändert, leicht bestimmbar. Die Spannkraft eines Kraftspannfutters ist demnach über eine Lageänderung des auf dessen Spannbacken einwirkenden Verstellkolbens leicht zu überwachen.

[0020] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel eines gemäß der Erfindung ausgebildeten Messgerätes dargestellt, das nachfolgend im einzelnen erläutert ist. Hierbei zeigt

[0021] Fig. 1 das einem Kraftspannfutter zugeordnete Messgerät in einer schematische Darstellung.

[0022] Fig. 2 den bei der Kalibrierung des Messgerätes nach Fig. 1 ermittelten Signalverlauf der den Sensor bildenden Messköpfe.

[0023] Fig. 3 das Messgerät nach Fig. 1 vor Inbetriebnahme,

[0024] Fig. 4 ein durch die Nocken des Schaltringes erzeugtes Signaldiagramm der Messköpfe.

[0025] Fig. 5 das Zustandsdiagramm einzelner Sensoren in einer Betriebsstellung,

[0026] Fig. 6 einen Schaltring mit unterschiedlich ausgebildeten Flanken, in einer vergrößerten Darstellung, und

[0027] Fig. 7 das Messgerät nach Fig. 1 mit einem rotatorisch bewegbaren Schaltfinger als Messwertgeber.

[0028] Das in den Fig. 1, 3 und 7 dargestellte und mit 1 bezeichnete Messgerät dient zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander translatorisch bzw. rotatorisch verstellbarer Bauteile, in dem gezeigten Ausführungsbeispiel zur Bestimmung der Lage eines in einem Zylinder 5 eingesetzten und von einem in einem Druckraum 9 zugeführten Druckmittel beaufschlagbaren Verstellkolbens 6, der über eine Kolbenstange 7 mit den Spannbacken 3 eines Kraftspannfutters 2 in Triebverbindung steht. Auf diese Weise ist es möglich, die Spannkraft, die auf ein zwischen den Spannbacken 3 des Kraftspannfutters 2 eingesetztes Werkstück 4 ausgeübt wird, zu überwachen, da sich bei einem Druckabbau in dem Druckraum 9 des Spannzylinders 5 die axiale Lage des Verstellkolbens 6 verändert.

[0029] Das Messgerät 1 besteht hierbei aus einem mit dem Verstellkolben 6 über eine Stange 8 zwangsläufig verbunden Messwertgeber 11, der als Schaltring 12 aus einem metallischen Werkstoff ausgebildet ist, und einem Sensor 21, der gemäß Fig. 3 aus einzelnen Messköpfen 22, 22', 22'', 22''' ... zusammengesetzt ist. Die Messköpfe 22, 22', 22'', 22''' ... sind über den Verstellbereich s des Schaltringes 12 äquidistant in einer Linie angeordnet und erzeugen, da diese jeweils aus einem Ferritschalenkern sowie einem Spulenpaket gebildet sind, ein aus einzelnen Feldern 23, 23', 23'', 23''' ... zusammengesetztes elektromagnetisches Feld 24.

[0030] Der Schaltring 12 ist, wie dies insbesondere der Fig. 3 zu entnehmen ist, auf der dem Sensor 21 zugekehrten Stirnfläche mit einer Profilierung 13 ausgestattet, in dem in diese zwei Vertiefungen 14 eingearbeitet sind, so daß drei Nocken 16 verblieben sind. Die Flanken 15 der Vertiefungen 14 verlaufen bei diesem Ausführungsbeispiel senkrecht zur Stirnfläche des Schaltringes 12, des weiteren sind die Vertiefungen 14 und die Nocken 16 gleich breit bemessen.

[0031] Die einzelnen gleichmäßig über den Verstellbereich s des Schaltringes 12 verteilt angeordnete induktive Messköpfe 22, 22', 22'', 22''' ... sind mit einem Abstand a zueinander in Linie aufgebaut, der sich zu dem Abstand b zweier gleich gerichteter Flanken 14 des Schaltringes wie drei zu vier verhält. Auf diese Weise wird, ähnlich wie bei

einer Noniusteilung von Messschiebern, die Maßgenauigkeit erhöht, da pro Längeneinheit mehr Signalfanken zur Auswertung produziert werden. Dadurch kann die Anzahl der Messköpfe 22, 22', 22'', 22''' ... gering und deren Abstand zueinander groß gehalten werden. Auch wird eine gegenseitige Beeinflussung der Messköpfe nahezu vermieden.

[0032] Die Flanken 15', 15'' bzw. 15''' der die Vertiefungen 14' begrenzenden Vorsprünge 16 können aber auch, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist, trapezförmig nach innen geneigt bzw. konvex oder konkav gekrümmt ausgebildet sein.

[0033] In Fig. 2 ist ein realer Signalverlauf 26 der einzelnen Messköpfe 22, 22', 22'', 22''' ... dargestellt, der bei einer Kalibrierung des Messgerätes 1 in Abhängigkeit von der jeweiligen Lage des Schaltringes 12 ermittelt und in einem Speicher einer Recheneinheit 25, die über eine Leitung 27 mit den einzelnen Messköpfen 22, 22', 22'', 22''' ... verbunden ist, hinterlegt ist.

[0034] Um die tatsächliche Lage des Verstellkolbens 6 zu ermitteln, sind lediglich die jeweils erzeugten Signale mit dem realistischen gespeicherten Signalverlauf 26 mit Hilfe der Recheneinheit 25 miteinander zu vergleichen, um auf diese Weise die Lage des Schaltringes 12 zu bestimmen. Da bereits bei einer geringen Lageänderung des Verstellkolbens 6 eine Änderung der Signale hervorgerufen wird, ist eine exakte Überwachung der auf die Spannbacken 3 des Kraftspannfutters 2 einwirkenden Spannkraft ohne großen Fertigungsaufwand zu bewerkstelligen.

[0035] In Fig. 4 ist das Signaldiagramm der Messköpfe 22, 22', 22'' und 22''' dargestellt, das durch die Nocken 16 des Schaltringes 12 beim Überfahren der Messköpfe 22, 22', 22'' und 22''' erzeugt wird. Fig. 5 gibt das Dämpfungsdigramm für die Messköpfe 22, 22', 22'' und 22''' mit dem jeweiligen Dämpfungsgrad wieder.

[0036] Nach Fig. 7 ist das Messgerät 1 als Winkelmessgerät ausgebildet. Der Messwertgeber 11' besteht hierbei aus einem Schaltfinger 12', der fest mit einer verdrehbaren Welle 8' eines nicht gezeigten Aggregates verbunden ist. Die den Messwertgeber 21' bildenden das Messfeld 24 erzeugenden Messköpfe 22, 22', 22'' und 22''' sind bei dieser Ausführungsform auf der Innenmantelfläche eines strichliert eingezeichneten Trägers in einer achsenkrech verlaufenden Ebene oder schraubenlinienförmig angeordnet, so daß die Verdrehbewegungen der Welle 8' in der gleichen Weise wie axiale Verstellbewegungen des Schaltringes 12 ermittelt werden können.

#### Patentansprüche

1. Messgerät (1) zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander translatorisch und/oder rotatorisch verstellbarer Bauteile (11 bzw. 21), insbesondere zur Bestimmung der Lage eines in einem Zylinder (5) eingesetzten und mit Spannbacken (3) eines Kraftspannfutters (2) in Triebverbindung stehenden Verstellkolbens (6), wobei das eine Bauteil als Messwertgeber (11, 11') und das andere Bauteil als mit diesem zusammenwirkender Sensor (21, 21') ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Messwertgeber (11, 11') als ein mit dem translatorisch oder rotatorisch verstellbaren Bauteil unmittelbar oder über Zwischenglieder verbundener Schaltring (12) oder Schaltfinger (12') aus einem metallischen, vorzugsweise ferrömagnetischen Werkstoff ausgestattet ist, daß der Sensor (21, 21') aus einer Vielzahl über den Verstellbereich (5) des Schaltringes (12) oder des Schaltfingers (12') angeordnete induktive Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) besteht, die ein aus einzelnen Feldern (23, 23', 23'', 23''' ... ) zusammengesetztes elektromagnetisches Messfeld

(24) erzeugen, daß die Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) an eine eine Auswerteschaltung aufweisende Recheneinheit (25) angeschlossen sind, in der in einem Speicher der bei einer Kalibrierung des Messgerätes (1) in Abhängigkeit von der Lage des Schaltringes (12) oder des Schaltfingers (12') ermittelte Signalverlauf (26) der einzelnen Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) hinterlegt ist, und daß nach einer axialen Verstellbewegung des Schaltringes (12) bzw. einer rotatorischen Bewegung des Schaltfingers (12') durch Vergleich der durch diesen in dem Messfeld (24) jeweils erzeugten Signale mit dem gespeicherten Signalverlauf (26) die Lage des verstellbaren Bauteils (11 bzw. 11') bestimmbar ist.

2. Messgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) über den Verstellbereich (s) des Schaltringes (12) bzw. des Schaltfingers (12') äquidistant, vorzugsweise in einer Linie, angeordnet sind.

3. Messgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) des Sensors (21') auf der Innenmantelfläche eines zylindrischen Trägers in einer achsenkrechten Ebene oder schraubenlinienförmig angeordnet sind.

4. Messgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) jeweils aus einem Ferritschalenkern sowie einem Spulenpaket gebildet sind.

5. Messgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltring (12) bzw. der Schaltfinger (12') auf der dem Sensor (21) bzw. (21') zugekehrten Stirnfläche mit einer durch mindestens eine in diese eingearbeitete Vertiefung (14) gebildete Profilierung (13) versehen ist.

6. Messgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flanken (15, 15', 15'', 15''' ... ) der Vertiefungen (14, 14') achsenkrech oder trapezförmig nach innen oder außen zu der Stirnfläche des Schaltringes (12) bzw. des Schaltfingers (12') geneigt verlaufend oder konvex bzw. konkav gekrümmt ausgebildet sind.

7. Messgerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß in die Stirnfläche des Schaltringes (12) bzw. des Schaltfingers (12') zwei mit seitlichem Abstand zueinander angeordnete Vertiefungen (14, 14') eingearbeitet sind.

8. Messgerät nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Schaltring (12) oder einem Schaltfinger (12') mit achsenkrech zu dessen Stirnfläche in diese eingearbeiteten Vertiefungen (14) die Vertiefungen (14) und die durch diese gebildeten Nocken (16) gleich breit bemessen sind.

9. Messgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der seitliche Abstand (a) der Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) unterschiedlich zu dem seitlichen Abstand (b) zweier gleich gerichteter Flanken (15) zweier Nocken (16) bemessen ist.

10. Messgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) der Messköpfe (22, 22', 22'', 22''' ... ) sich zum Abstand (b) der Flanken (15) wie drei zu vier verhält.

11. Verfahren zur berührungslosen Bestimmung der Lage zweier relativ zueinander translatorisch und/oder rotatorisch verstellbarer Bauteile (11, 21 bzw. 11', 12') unter Anwendung des gemäß den Ansprüchen 1 bis 10 ausgebildeten Messgerätes (1), gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

daß der bei einer Kalibrierung des Messgerätes (1) in Abhängigkeit von der jeweiligen Lage des Schaltringes

(12) bzw. des Schaltfingers (12') ermittelte Signalverlauf (26) der einzelnen Messköpfe (22, 22', 22".22" . . .) in einem Speicher einer Recheneinheit (25) hinterlegt wird, daß nach einer Verstellbewegung des Schallringes (12) bzw. des Schaltfingers (12') die Veränderung der Induktivität und/oder die Wirbelstromverluste des Messfeldes (24) der Messköpfe (22, 22', 22".22" . . .) gemessen werden und daß danach durch Vergleich der in dem Messfeld (24) jeweils erzeugten Signale mit dem gespeicherten Signalverlauf (26) die Lage des axial bzw. rotatorisch verstellten Bauteils (11 bzw. 11') berechnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf der von den Messköpfen (22, 22', 22".22" . . .) abgegebenen Einzelsignale auf die Summe aller Einzelsignale normiert wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

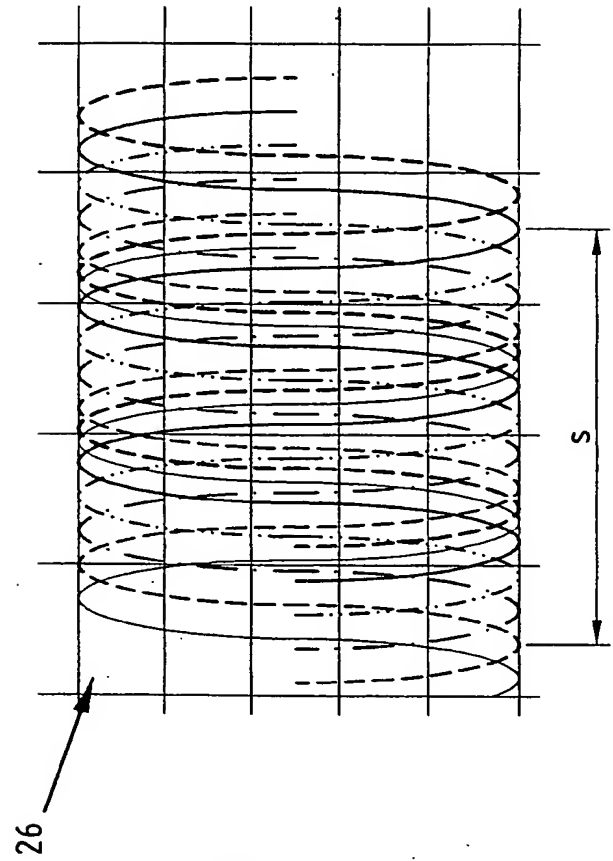
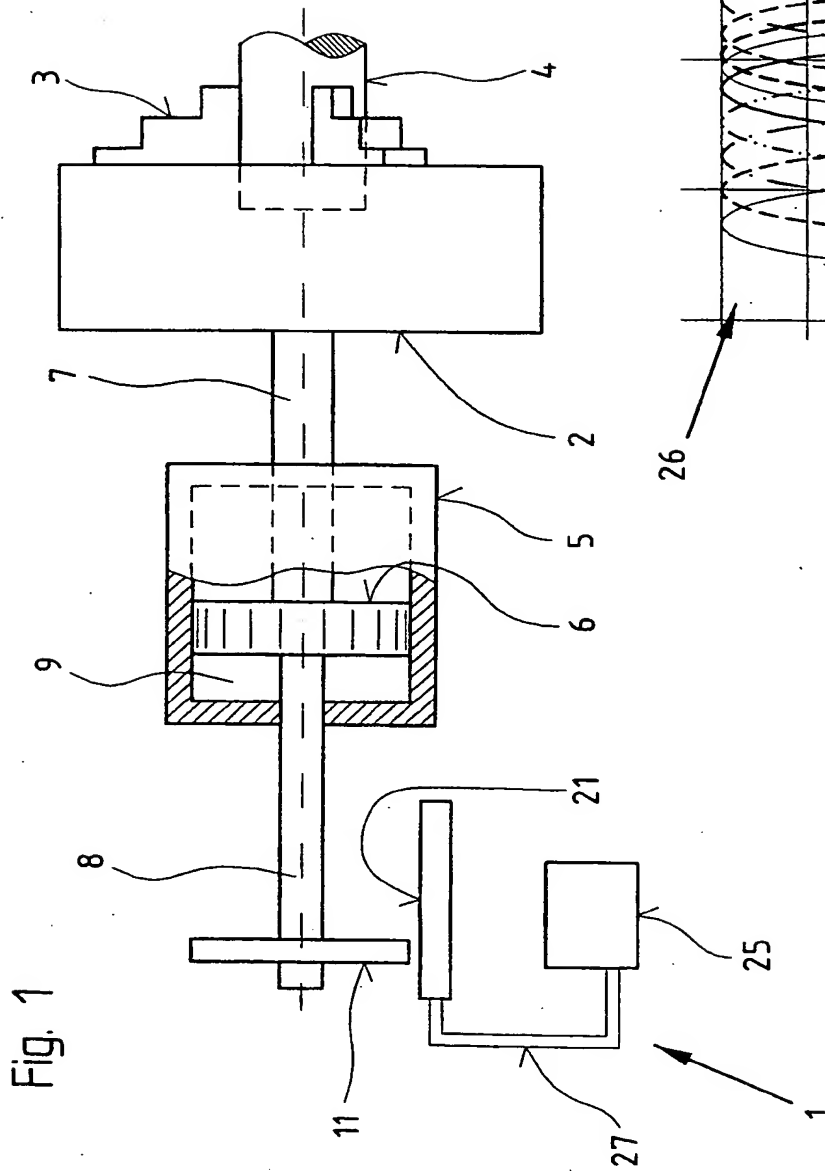


Fig. 3

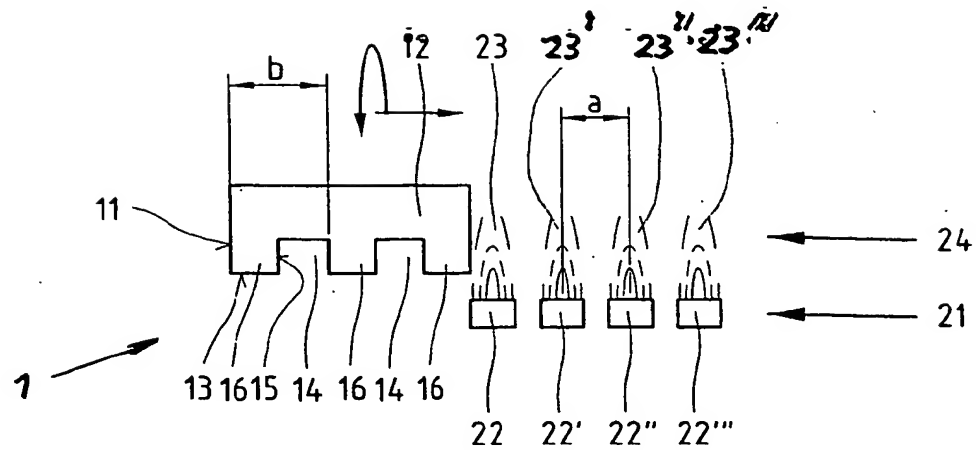


Fig. 4

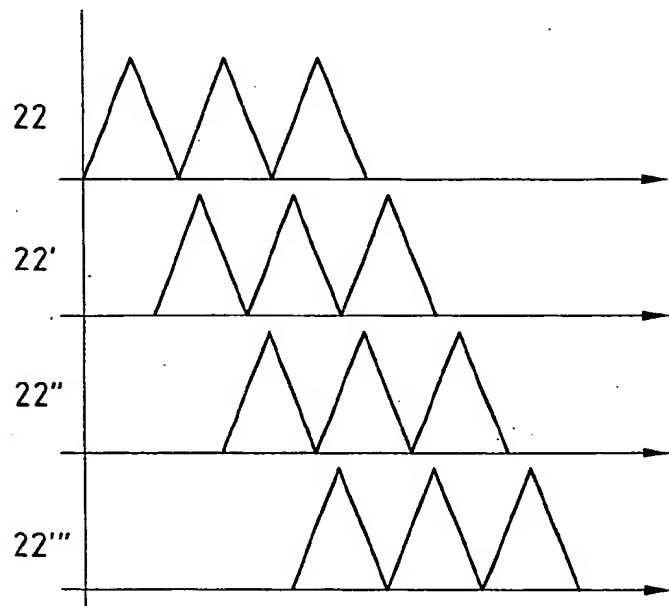


Fig. 5

|       |      |
|-------|------|
| 22    | 100% |
| 22'   | 50%  |
| 22''  | 0%   |
| 22''' | 50%  |

Fig. 6

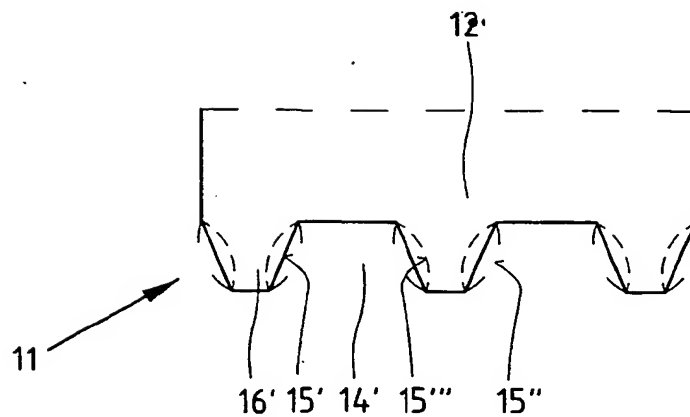


Fig. 7

